

RANCANG BANGUN CATU DAYA *SOLAR CELL* UNTUK ALAT PENDINGIN MINUMAN *PORTABLE*

DESIGN OF SOLAR CELL POWER SUPPLY FOR PORTABLE BEVERAGE COOLER

Tiar Naufal Wilsya¹, M. Sarwoko, Ir., M.Sc², Unang Sunarya, ST., MT³

Fakultas Teknik Elektro – Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

¹twilsya@gmail.com ²sarwoko@telkomuniversity.com ³unangsunarya@telkomuniversity.com

Abstrak

Energi merupakan salah satu masalah utama yang dihadapi oleh hampir seluruh negara di dunia. Hal ini mengingat energi merupakan salah satu faktor utama bagi terjadinya pertumbuhan ekonomi suatu negara. Permasalahan energi menjadi semakin kompleks ketika kebutuhan yang meningkat akan energi dari seluruh negara di dunia untuk menopang pertumbuhan ekonominya justru membuat persediaan cadangan energi konvensional menjadi semakin sedikit. Maka dari itu dibutuhkan pemanfaatan dari sel surya sebagai energi listrik alternatif yang bekerja secara maksimal.

Tugas akhir ini akan membuat alat pendingin yang bersumber dari pemanfaatan sel surya. Komponen yang akan digunakan pada tugas akhir ini meliputi sel surya 12 V sebagai sumber tegangan, *DC to DC Converter Type Buck* yang dihubungkan dengan mikrokontroler dan MOSFET sebagai saklar untuk mengendalikan sinyal PWM sehingga level tegangan output sesuai dengan beban, dan baterai 6 V yang akan dihubungkan dengan alat pendingin portabel. Hasil dari tugas akhir ini diharapkan dapat mendinginkan minuman menggunakan energi cahaya matahari.

Sistem yang diimplementasikan dalam tugas akhir ini diharapkan bisa digunakan dalam berbagai kondisi. Terutama pada saat dalam suatu perjalanan dimana tidak terdapat sumber listrik. Bagi komunitas travelling alat pendingin portabel merupakan suatu inovasi untuk memudahkan dalam berpergian. Berdasarkan hasil uji dan analisa *DC to DC Converter Type Buck* yang dihubungkan dengan mikrokontroler sistem ini sudah berjalan secara baik.

Kata kunci : sel surya, pendingin, *DC to DC Converter type Buck*

Abstract

Energy is one of the main problems faced by almost all countries in the world. This is because energy is one of the major factors for the economic growth of a country. Energy issues are becoming increasingly complex as the increased need for energy from all countries in the world to sustain its economic growth makes supplies of conventional energy reserves become fewer and fewer. Thus the required utilization of solar cells as an alternative electrical energy to work optimally.

This final project will create a cooler that comes from the utilization of solar cell components will be used in this final project include solar cells as a source voltage of 12 V, DC to DC Converter Type Buck connected with the microcontroller and the MOSFET as a switch to control the PWM signal so that the level of output voltage according to the load, and battery 6 V to be connected with a portable cooler. The results of this thesis is expected to cool the drink using sunlight energy.

The system is implemented in this final project is expected to be used in a variety of conditions. Especially when on a journey where there is no power source. For traveling community, portable cooling device is an innovation to facilitate the travel. Based on the test results and analysis of the DC to DC Converter Type Buck connected to the microcontroller system is already running well.

Key words: solar cells, cooling, *DC to DC Converter type Buck*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan energi menjadi semakin kompleks ketika kebutuhan yang meningkat akan energi dari seluruh negara di dunia untuk menopang pertumbuhan ekonominya justru membuat persediaan cadangan energi konvensional menjadi semakin sedikit. Maka dari itu dibutuhkan alat yang dapat mengubah energi menjadi energi lain.

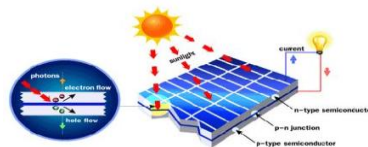
Letak Indonesia yang berada di garis katulistiwa membuat masyarakatnya menyukai minuman dingin untuk memenuhi dahaganya. Dengan gaya hidup masyarakat masa kini dan seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan alat pendingin *portable* menjadi pilihan masyarakat sebagai teknologi praktis agar dapat menikmati minuman dingin. Perangkat alat pendingin yang ada di pasaran saat ini masih menggunakan sumber catuan dari listrik PLN yang disimpan di baterai. Sehingga bagi masyarakat khususnya pecinta travelling hal ini sangat mengganggu dikarenakan jikalau tidak ada sumber listrik PLN dan daya pada baterai habis maka alat pendingin ini tidak dapat digunakan. Salah satu solusi masalah tersebut adalah dengan membuat catuan baru yang berasal dari *solar cell*. Dengan

mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik, maka energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengisi baterai. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *solar cell* akan digunakan sebagai input rangkaian *DC to DC Converter Type Buck* agar mampu untuk mengisi baterai. *Solar cell* yang akan digunakan adalah *solar cell* dengan tegangan output maksimal 12 V tergantung dari intensitas cahaya matahari.

2. Dasar Teori

2.1 Energi Surya

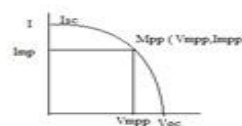
Proses konversi energi matahari menjadi energi listrik, ketika cahaya bersentuhan dengan solar cell akan diserap oleh bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n junction semiconductor), sehingga akan terjadi pelepasan elektron. Perubahan sigma gaya-gaya pada bahan terjadi apabila elektron bergerak menuju bahan semi-konduktor pada lapisan yang berbeda maka akan terjadi perpindahan electron dari pita konduksi ke pita valensi. Gaya tolakan antar bahan semi-konduktor akan menyebabkan aliran medan listrik.



Gambar 2. 1 Cara Kerja Solar Cell Konvensional

2.2 Performansi Sel Surya

Daya listrik yang dihasilkan sel surya ketika mendapat cahaya diperoleh dari kemampuan perangkat sel surya tersebut untuk memproduksi tegangan dan arus.



Gambar 2.2 Kurva I-V Solar Cell

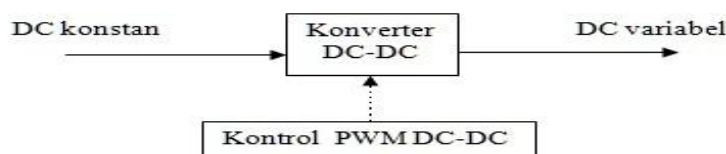
Karakteristik penting lainnya dari sel surya yaitu *fill factor* (FF), dengan persamaan :

$$FF = \frac{V_{mpp} \cdot I_{mpp}}{V_{oc} \cdot I_{sc}}$$

2.3 DC CHOPPER

Konverter DC-DC merupakan salah satu jenis rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan masukan searah konstan menjadi tegangan keluaran searah yang dapat divariasikan berdasarkan perubahan duty cycle rangkaian kontrolnya. Sumber tegangan dc dari konverter DC-DC dapat diperoleh dari baterai, atau dengan menyearahkan sumber tegangan ac yang kemudian dihaluskan dengan filter kapasitor untuk mengurangi riak (*ripple*).

Secara garis besar, konverter DC-DC dibagi menjadi 2 macam, yaitu Tipe linier dan Tipe peralihan (*switching*).



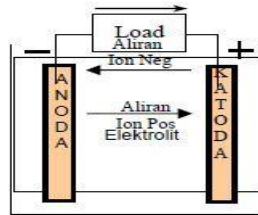
Gambar 2. 3 Blok Diagram Konverter DC-DC

2.4 Baterai

Baterai atau *accumulator* adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi.

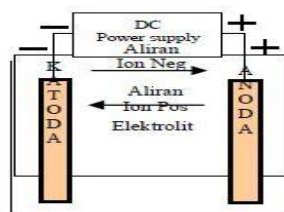
Prinsip kerja dari baterai yaitu :

- a. Proses *discharge* pada sel berlangsung menurut skema. Bila sel dihubungkan dengan beban maka electron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion-ion negatif mengalir ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda.



Gambar 2.4 Baterai pada saat kondisi di charge

- b. Pada proses pengisian menurut skenario dibawah ini adalah bila sel dihubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negative menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut,
- 1) Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui *power supply* ke katoda.
 - 2) Ion-ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.
 - 3) Ion- ion positif mengalir dari anoda ke katoda



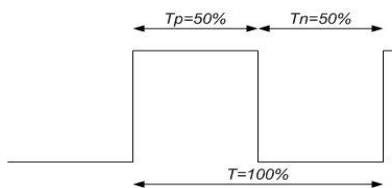
Gambar 2.5 Baterai pada saat kondisi charging

2.5 MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)

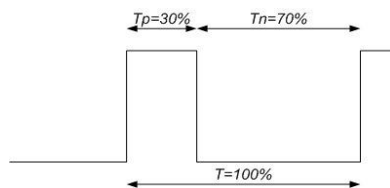
MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) merupakan salah satu jenis transistor yang memiliki impedansi masukan (gate) sangat tinggi (Hampir tak berhingga) sehingga dengan menggunakan MOSFET sebagai saklar elektronik, memungkinkan untuk menghubungkannya dengan semua jenis gerbang logika. Dengan menjadikan MOSFET sebagai saklar, maka dapat digunakan untuk mengendalikan beban dengan arus yang tinggi dan biaya yang lebih murah daripada menggunakan transistor bipolar. Untuk membuat MOSFET sebagai saklar maka hanya menggunakan MOSFET pada kondisi saturasi (ON) dan kondisi cut-off (OFF).

2.6 PWM (Pulse Width Modulation)

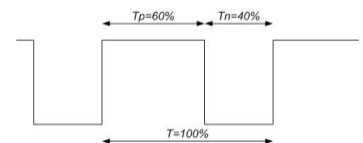
PWM, Pulse-Width Modulation, adalah salah satu jenis modulasi. Modulasi PWM dilakukan dengan cara merubah lebar pulsa dari suatu pulsa data. Total 1 perioda (T) pulsa dalam PWM adalah tetap, dan data PWM pada umumnya menggunakan perbandingan pulsa positif terhadap total pulsa.



Gambar 2.6 PWM = 50%



Gambar 2.7 PWM = 30%



Gambar 2.8 PWM = 60

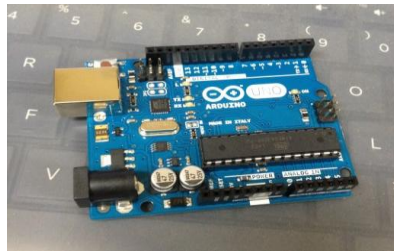
Penggunaan PWM

1. PWM sebagai data keluaran suatu perangkat. PWM dapat digunakan sebagai data dari suatu perangkat, data direpresentasikan dengan lebar pulsa positif (T_p).
2. PWM sebagai data masukan kendali suatu perangkat. Selain sebagai data keluaran, PWM pun dapat digunakan sebagai data masukan sebagai pengendali suatu perangkat. Salah satu perangkat yang menggunakan data PWM sebagai data masukannya adalah Motor DC Servo. Motor DC Servo itu sendiri memiliki dua tipe: 1. Kontinyu, 2.

Sudut. Pada tipe 1., PWM digunakan untuk menentukan arah Motor DC Servo, sedangkan pada tipe 2., PWM digunakan untuk menentukan posisi sudut Motor DC Servo.

2.6 Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino UNO merupakan perangkat mikrokontroler yang berbasis ATmega 328. Arduino mempunyai 14 pin masukan/keluaran digital, yang diantaranya bisa digunakan sebagai PWM sebanyak 6 pin. Selain itu terdapat 6 pin untuk masukan analog, resonator sebesar 16 MHz, koneksi USB, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Semua yang dibutuhkan untuk mendukung kinerja mikrokontroler dipasang pada satu *board*.



Gambar 2. 9 ARDUINO UNO

2.8 LCD (Liquid Crystal Display)

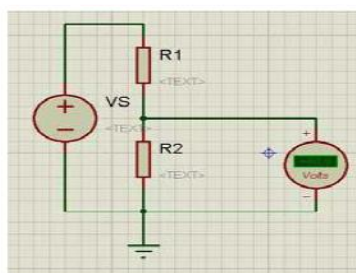


Gambar 2.10 Liquid Crystal Display

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil suatu data, baik berupa karakter atau pin grafik. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM, dll. LCD mempunyai pin data, control catu daya, dan pengaturan kontras tampilan

2.9 Sensor Tegangan

Untuk mengukur besarnya tegangan pada suatu rangkaian biasanya dipasang secara paralel dengan rangkaian yang ingin diukur. Pengukuran tegangan secara sederhana dapat dilakukan dengan rangkaian pembagi tegangan. Adapun rangkaian pembagi tegangan yang dirancang ditunjukkan oleh gambar 2.30 berikut ini:



Gambar 2. 211 Sensor Tegangan

2.10 Relay DC 12 V

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka di sekitar penghantar tersebut dihasilkan sebuah medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Logam ferromagnetis adalah

logam yang mudah terinduksi medan elektromagnetis.

2.11 USB Mini Cooler

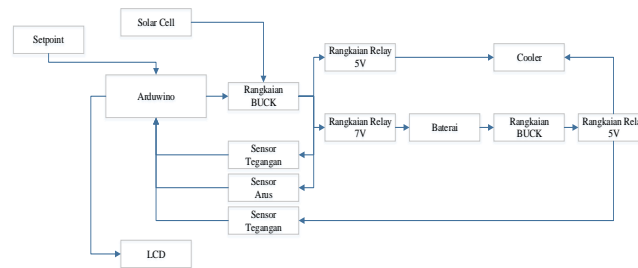
Alat ini bekerja dengan sistem operasi komputer dan tidak memerlukan baterai. Dapat menyimpan minuman dingin atau hangat dengan cara mencolokkan ke port USB. Lampu LED warna hijau ketika dingin , dan berubah menjadi warna merah ketika hangat. Mencapai suhu 8-10 °C pada saat mendinginkan dan 46-50 °F pada saat hangat.

2.12 Sensor Arus ACS 712

Sensor arus ini merupakan modul sensor untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat terminal block menggunakan current sensor chip ACS712-5 yang memanfaatkan efek Hall.

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.1 blok diagram

3.2 Perancangan perangkat keras

3.2.1 Perancangan Blok Arduino UNO

Arduino UNO pada sistem ini berfungsi seperti otak yang nantinya memberikan perintah ke rangkaian *relay* dan rangkaian DC to DC Converter Type Buck untuk mengontrol tegangan sesuai dengan data yang diberikan sensor arus dan tegangan.

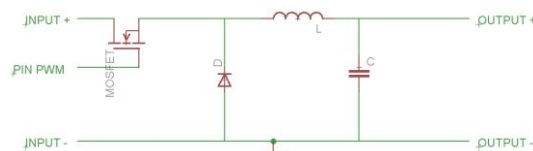
3.2.2 Perancangan DC to DC Converter Type Buck

Perancangan dan pembuatan rangkaian *buck converter* sistem awalnya di rancang dengan perhitungan sesuai dengan teori yang ada dan dengan ketentuan sebagai berikut:

Parameter

- V_{in} = 12 Volt
- V_{out} = 5 Volt
- $I_{out_{max}}$ = 1 Ampere
- F_s = 980 Hz

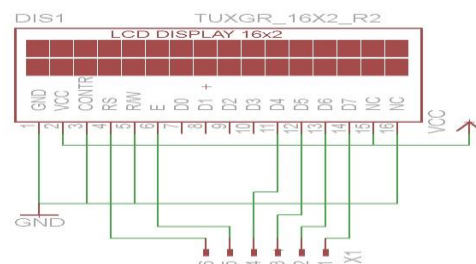
Dengan spesifikasi tersebut, akan didapatkan parameter yang dibutuhkan untuk menentukan besar nilai komponen yang akan dipakai dalam perancangan *buck converter*.



Gambar 3. 2 Rangkaian Buck Converter

3.2.3 Perancangan LCD

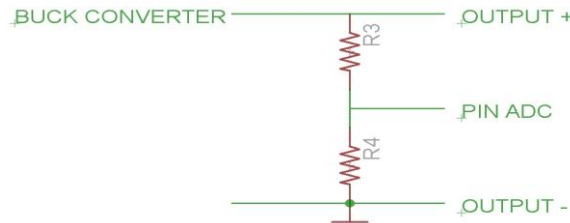
Sebagai penampil, blok *liquid crystal display* dihubungkan ke Arduino UNO melalui pin 2, 3, 4, 7, 8, 9, seperti terlihat pada tabel . *Liquid crystal display* memiliki 16 pin yang mempunyai fungsi masing-masing. Secara keseluruhan pin tersebut bisa dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Pin Liquid Crystal Display

3.2.4 Perancangan Sensor Tegangan

Pada rangkaian *buck converter* ditambahkan sensor tegangan sebagai *feedback* untuk pembacaan tegangan keluaran *buck converter* sehingga bisa sebanding nilainya jika ditampilkan ke layar LCD. Sensor tegangan dibuat secara sederhana dengan dua buah resistor menggunakan prinsip pembagi tegangan. Bentuk rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi sebagai sensor tegangan ditunjukkan pada gambar berikut ini :



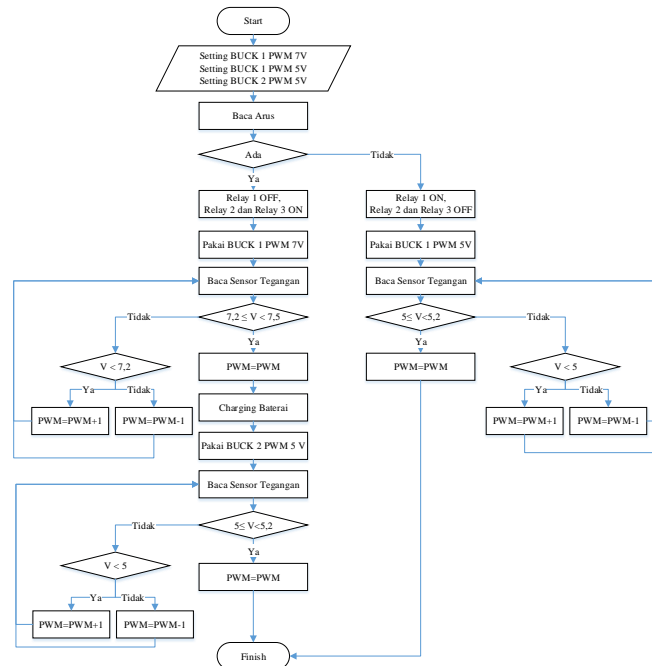
Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Tegangan

3.2.5 Perancangan Relay

Komponen *relay* pada rangkaian berfungsi sebagai pengontrol aktuator dengan arus besar ataupun berbeda tegangan. pada sistem ini, pendingin yang akan digunakan membutuhkan tegangan sebesar 5 volt.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan software hampir sama dengan perancangan hardware. Program ditulis menggunakan bahasa Arduino pada software khusus Arduino untuk kemudian ditanamkan dalam Arduino UNO sebagai Mikrokontroler. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses desain dimana error yang terjadi dapat segera diperbaiki. Berikut merupakan flow chart dari software yang ditanam pada Arduino UNO :



Gambar 3. 5 Flow Chart Program Utama

4. Pengujian dan Analisis Sistem

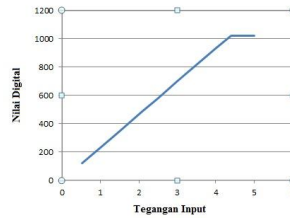
Pada tahap ini akan dilakukan pengujian sel surya yang akan digunakan yang akan diamati meliputi tegangan dari keluaran sel surya.

4.1 Pengujian Sel Surya

Dari data hasil pengujian kinerja solar cell dapat dilihat bahwa tegangan solar cell mencapai (11V -12 V) pada siang hari. Berkisar pukul 11.00-13.00 wib. Sedangkan pada pagi hari dan sore hari tegangan relatif sama (7,5V-10V). Dari analisa diatas dapat diketahui bahwa solar cell akan bekerja maksimal pada siang hari ketika

matahari terik sehingga seluruh permukaan *solar cell* terkena cahaya yang cukup untuk mengeluarkan tegangan yang maksimum.

4.2 Pengujian Arduino UNO



Gambar 4.1 Grafik pengujian ADC

4.3 Pengujian LCD

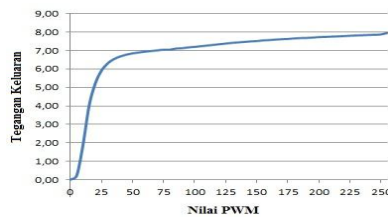
Hasil pengujian membuktikan bahwa *liquid crystal display* yang digunakan masih berfungsi dengan baik dan tidak terdapat *error*. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar.



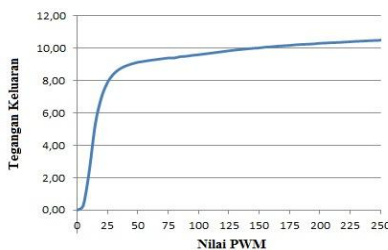
Gambar 4.2 Hasil Pengujian LCD

4.4 Pengujian DC to DC Converter Type Buck

Berikut grafik dari data hasil pengujian DC to DC Converter Type Buck diatas :

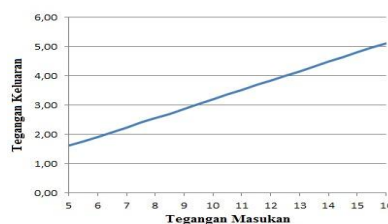


Gambar 4.3 Grafik Pada Saat Nilai Tegangan Masukan 9V



Gambar 4.4 Grafik Pada Saat Nilai Tegangan Masukan 12 V

4.5 Pengujian Sensor Tegangan



Gambar 4.5 Perbandingan Input Output Rangkaian Sensor Tegangan

Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa perbandingan input dan output dari rangkaian sensor tegangan hasilnya adalah linier.

4.6 Pengujian Pendingin *Portable*

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pendingin *Portable*

NO	JENIS CAIRAN (240ML)	MENGGUNAKAN USB LAPTOP (MENIT)	MENGGUNAKAN ALAT SOLAR COOLER
1	AIR MINERAL	128	115
2	MINUMAN SODA KALENG	77	72
3	SUSU	132	120
4	YOGHURT	161	147
5	PUDING	216	202

Berdasarkan hasil data pengujian alat solar cooler secara keseluruhan. Waktu yang dibutuhkan tidak jauh berbeda. Dapat dilihat bahwa alat yang dibuat oleh penulis performanya lebih baik daripada menggunakan catu daya USB dikarenakan tegangan yang lebih stabil.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan, implementasi dan pengujian terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, antara lain :

1. Telah berhasil dibuat rangkaian *DC to DC Converter Type Buck* sebagai penurun tegangan dari *solar cell* masukan maksimal 12 V untuk melakukan pengisian baterai 6 V yang digunakan untuk mencatu pendingin minuman *portable* masukan 5 V.
2. *Solar cell* dapat diimplementasikan sebagai sumber energi pendingin minuman *portable*.
3. Waktu yang diperlukan oleh alat ini untuk mendinginkan minuman lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan laptop.
4. *Solar cell* yang digunakan akan bekerja secara maksimal pada siang hari ketika matahari terik, sehingga seluruh permukaan dari *solar cell* terkena cahaya yang cukup untuk mengeluarkan tegangan yang maksimal.

5.2. Saran

1. Pengembangan lebih lanjut dari segi pengetahuan mengenai *solar cell*.
2. Untuk mengatasi efisiensi rangkaian DC to DC Converter Type Buck yang masih rendah, perlu diperhatikan kembali dalam pemilihan kualitas komponen yang ada. Dikarenakan komponen yang ada dipasaran saat ini kualitasnya rata-rata kurang baik.
3. Pengembangan alat ini dapat digunakan sebagai alternatif proses pembekuan es selain untuk mendinginkan minuman.

Daftar Pustaka

- [1] Dzulkifli, Rezky M. 2013. "Fabrikasi Sel Surya Sederhana Berbasis Material Tio₂ Dengan Metode DSSC (Dye Sensitized Solar Cells)", Universitas Telkom.
- [2] Soga, Tetsuo. 2006. "Nanostructured Materials for Solar Energy Conversion". Nagoya, Japan: Departement of Environmental Technology and Urban Planning
- [3] Pagliaro, Mario. 2008. "Flexible Solar Cells". Palermo, Italia: Wiley-VCH
- [4] Malvino, B., Tjia, (1986), "Aproksimasi Rangkaian Semikonduktor penghantar Transistor dan Rangkaian Terpadu", Jakarta: Erlangga
- [5] <http://pe.gastli.net> diakses pada 1 Januari 2014
- [6] Rashid M, H. 1999. "Elektronika daya: Rangkaian, Device dan Aplikasinya Jilid I," Jakarta : Prenhallindo
- [7] <http://jendeladenngabei.blogspot.com/2012/12/dc-chopper-tipe-boost-boost-converter.html> diakses pada 1 Januari 2014
- [8] <http://indone5ia.wordpress.com/2011/09/02/sekilas-mengenai-konverter-dc-dc/> diakses pada 1 Januari 2014